

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-144827

(43)公開日 平成5年(1993)6月11日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 21/324

識別記号

庁内整理番号

Z 8617-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平3-332779

(22)出願日 平成3年(1991)11月22日

(71)出願人 000184713

小松電子金属株式会社

神奈川県平塚市四之宮2612番地

(72)発明者 川原博幸

神奈川県平塚市四之宮812-1

(72)発明者 元浦久実

神奈川県平塚市四之宮812-1

(72)発明者 植村訓之

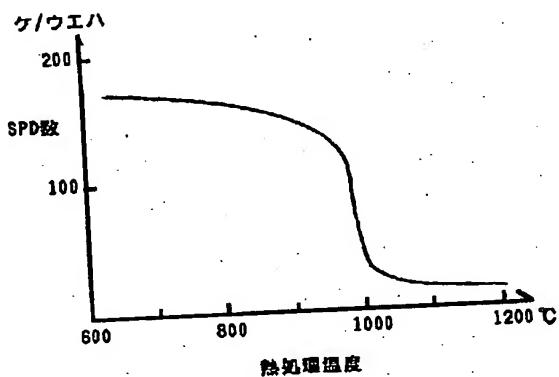
神奈川県小田原市北ノ窪455-4

(54)【発明の名称】 シリコンウエハの処理方法

(57)【要約】

【目的】本発明は、半導体ウエハ中の欠陥を低減させデバイス歩留りを向上させる。

【構成】酸素濃度 $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cc、炭素濃度 $1 \times 10^{18}$  atoms/cc以下の未熱処理の半導体シリコンウエハを酸化雰囲気、または不活性雰囲気中で $1000^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$ の温度で0.5～5時間熱処理する。あるいは、この熱処理後さらにウエハ主表面を鏡面研磨する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 酸素濃度  $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cc、炭素濃度  $1 \times 10^{18}$  atoms/cc以下の未熱処理の半導体シリコンウエハを酸化雰囲気中で  $1000^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$  の温度で 0.5～5時間熱処理することを特徴とするシリコンウエハの処理方法。

【請求項2】 酸素濃度  $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cc、炭素濃度  $1 \times 10^{18}$  atoms/cc以下の未熱処理の半導体シリコンウエハを不活性雰囲気中で  $1000^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$  の温度で 0.5～5時間熱処理することを特徴とするシリコンウエハの処理方法。

【請求項3】 酸素濃度  $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cc、炭素濃度  $1 \times 10^{18}$  atoms/cc以下の未熱処理の半導体シリコンウエハを酸化雰囲気中で  $1000^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$  の温度で 0.5～5時間熱処理した後、主表面を研磨することを特徴とするシリコンウエハの処理方法。

【請求項4】 酸素濃度  $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cc、炭素濃度  $1 \times 10^{18}$  atoms/cc以下の未熱処理の半導体シリコンウエハを不活性雰囲気中で  $1000^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$  の温度で 0.5～5時間熱処理した後、主表面を研磨することを特徴とするシリコンウエハの処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体製造に用いられる半導体シリコンウエハ中の欠陥、とくにSPD (Surface Particle and Defect) と称される、ウエハ表面の欠陥及び汚損を低減させるためのウエハ処理技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体デバイスの製造に当り、その特性の簡易の評価方法として、MOSダイオードを作成し、酸化膜耐圧を測定するものが従来から採用されている。図2に示したように、この酸化膜耐圧による不良率とSPDとの関係が最近明らかになってきた。

【0003】 すなわち、SPDが増加する程、酸化膜耐圧不良が増加する。これは、デバイス歩留りでも確認されており、SPDが増加する程、デバイス歩留りも同様に悪くなる。一方、このSPDは図3に示すように結晶成長条件の一つである引上げ速度とも相関関係があることが分かっている。すなわち、引上げ速度を速くして引上げた単結晶から得られたウエハ程、SPDは多くなる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 したがって、SPDを減少させる手っ取り早い手段としては、単結晶製造の際に、引上げ速度を遅くしてやれば良いことになるが、当然これでは生産性が低下することにもなるし、その他の物性、たとえば酸素誘起欠陥や酸素析出能等に影響を与える。

【0005】 本発明は引上げ速度を上げて育成した単結晶より得たウエハであっても、SPDを減少させることのできる新たな技術を提供するものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 すなわち、第一の発明においては、酸素濃度  $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cc、炭素濃度  $1 \times 10^{18}$  atoms/cc以下の未熱処理の半導体シリコンウエハを酸化雰囲気中で  $1000^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$  の温度で 0.5～5時間熱処理するものである。

【0007】 第二の発明は、酸素濃度  $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cc、炭素濃度  $1 \times 10^{18}$  atoms/cc以下の未熱処理の半導体シリコンウエハを不活性雰囲気中で  $1000^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$  の温度で 0.5～5時間熱処理する。

【0008】 第三の発明は、酸素濃度  $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cc、炭素濃度  $1 \times 10^{18}$  atoms/cc以下の未熱処理の半導体シリコンウエハを酸化雰囲気中で  $1000^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$  の温度で 0.5～5時間熱処理した後、主表面を研磨する。

【0009】 第四の発明は、酸素濃度  $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cc、炭素濃度  $1 \times 10^{18}$  atoms/cc以下の未熱処理の半導体シリコンウエハを不活性雰囲気中で  $1000^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$  の温度で 0.5～5時間熱処理した後、主表面を研磨する。

## 【0010】

【作用】 SPDは、単結晶育成中の結晶降温過程において形成されるある種の欠陥ではないかと考えられるが、現在のところ未だ明確なことは分かっていない。しかし、酸素濃度  $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cc、炭素濃度  $1 \times 10^{18}$  atoms/cc以下のシリコンウエハならば、本発明のように  $1000^{\circ}\text{C}$  以上の温度処理によりこれらが溶態化するのではないかと考えらる。

## 【0011】

【実施例1】 チョクラスキー法により製造したシリコン単結晶から得た、導電型N型、結晶軸(100)、抵抗率  $5 \sim 10 \Omega \cdot \text{cm}$ 、酸素濃度  $15 \times 10^{17}$  atoms/cc (常温FTIR法による)、炭素濃度  $1 \times 10^{18}$  atoms/cc (常温FTIR法による検出限界) 以下のウエハ25枚を酸化雰囲気中、 $1200^{\circ}\text{C}$  の温度で、2時間の熱処理をした。

【0012】 条件の詳細は、下記のとおりである。

酸素ガス流量：6 Liter/分

熱処理炉へのウエハの入出速度：12 cm/分

昇温速度：8  $^{\circ}\text{C}$ /分

降温速度：3  $^{\circ}\text{C}$ /分

1200 $^{\circ}\text{C}$ での保持時間：2時間

【0013】 さらに同一の物性を有するシリコン単結晶から得られたウエハ25枚ずつを、1100 $^{\circ}\text{C}$ 及び1000 $^{\circ}\text{C}$ でも熱処理を施した。

## 【0014】

【参考例1】 チョクラスキー法により製造したシリコン単結晶から得た、導電型N型、結晶軸(100)、抵抗率  $5 \sim 10 \Omega \cdot \text{cm}$ 、酸素濃度  $15 \times 10^{17}$  atoms/cc、炭素濃度  $1 \times 10^{18}$  atoms/cc (常温FTIR法による検出限界) 以下の直径5"のウエハ25枚を酸化雰囲気中、900 $^{\circ}\text{C}$ の温度

で、2時間の熱処理をした。

【0015】条件の詳細は、下記のとおりである。

酸素ガス流量：6 Liter/分

熱処理炉へのウエハの入出速度：12 cm/分

昇温速度：8 °C/分

降温速度：3 °C/分

900 °Cでの保持時間：2時間

【0016】さらに同一の物性を有するウエハ25枚ずつを、800 °C及び700 °Cでも熱処理を施した。

【0017】上記実施例1及び参考例2で得られたウエハのSPD数の平均値を、処理温度毎でプロットしたのが図1である。これよりわかるように、1000 °C以上の熱処理によりウエハ中のSPD数は、激減している。

【0018】

【実施例2】チョクラルスキー法により製造したシリコン単結晶から得た、導電型P型、結晶軸(100)、抵抗率6~10 Ω-cm、酸素濃度 $15 \times 10^{17}$  atoms/cc、炭素濃度 $1 \times 10^{18}$  atoms/cc以下、直径6"のウエハ25枚の酸化膜耐圧を測定したところ、不良率60%であり、SPDは平均300ケ/ウエハであった。これに不活性雰囲気中で1000 °C、4時間の熱処理を施したところ、SPDは平均10ケ/ウエハ以下減少し、酸化膜耐圧不良は5%となった。

【0019】

【実施例3】チョクラルスキー法により製造したシリコン単結晶から得た、導電型P型、結晶軸(100)、抵抗率1~2 Ω-cm、酸素濃度 $18 \times 10^{17}$  atoms/cc、炭素濃度 $1 \times 10^{18}$  atoms/cc以下、直径6"のウエハ25枚を、C-MOSデバイス形成工程を通過させ、酸化膜耐圧試験を行なった。酸化膜耐圧試験では、良品率70%で、ウエハ中の\*

\* SPDは平均350ケ/ウエハであった。このウエハを、1250 °C、30分、酸化雰囲気中で熱処理したところ良品率は85%に、SPD数は平均10ケ/ウエハであった。さらに、これらのウエハの主表面を鏡面研磨したところ、SPDは平均10ケ/ウエハと変化しなかったものの、良品率は90%に向上した。

【0020】なお、実施例1、2においても、熱処理後に鏡面研磨を施しても同様の結果が得られた。

【0021】

【発明の効果】酸素濃度 $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cc、炭素濃度 $1 \times 10^{18}$  atoms/cc以下の半導体シリコンウエハの場合、酸化性または不活性雰囲気中で1000 °C以上の熱処理を施す本発明の熱処理方法を用いることにより、酸化膜耐圧を大幅に向上させることができる。またさらに、この熱処理後ウエハの主表面を鏡面研磨することでさらに歩留りを向上させることができる。したがって、デバイスを形成した場合、生産性を大幅に向上させることができる。

【0022】なお、インゴットより切り出された未熱処理のウエハは、まず最初にサーマルドナー除去のための650 °C程度の熱処理を施されたるのが通常であるが、本発明の熱処理は、サーマルドナー除去作用も併せもつて、必要はない。

【図面の簡単な説明】

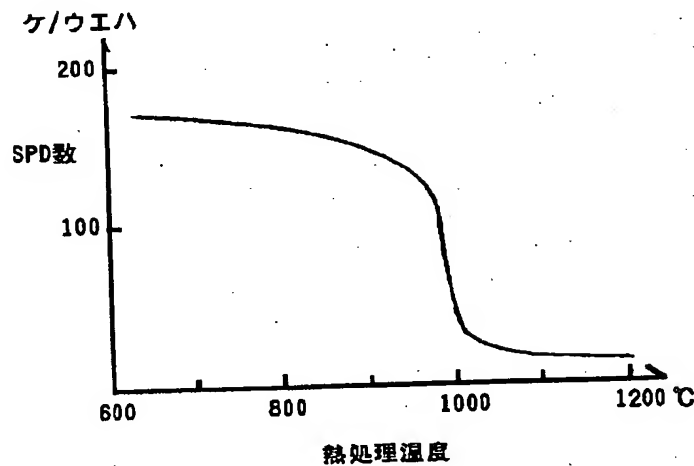
【図1】熱処理温度とシリコンウエハ中のSPDの関係を示す図。

【図2】酸化膜耐圧不良率とSPDの関係を示す図。

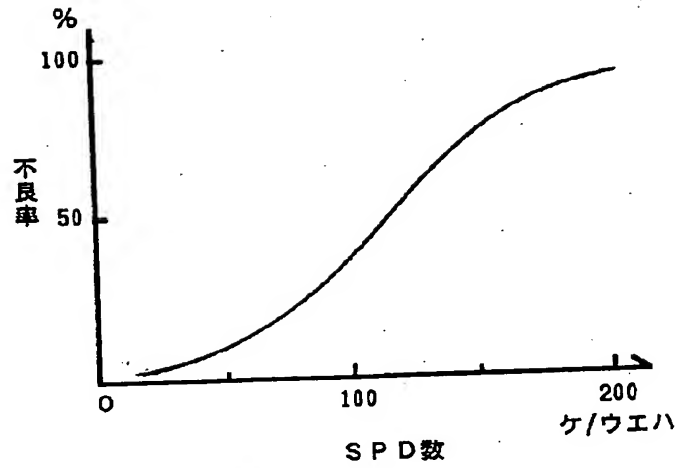
【図3】チョクラルスキー法による単結晶引上げ速度と結晶中のSPD数の関係を示す図。

【符号の説明】

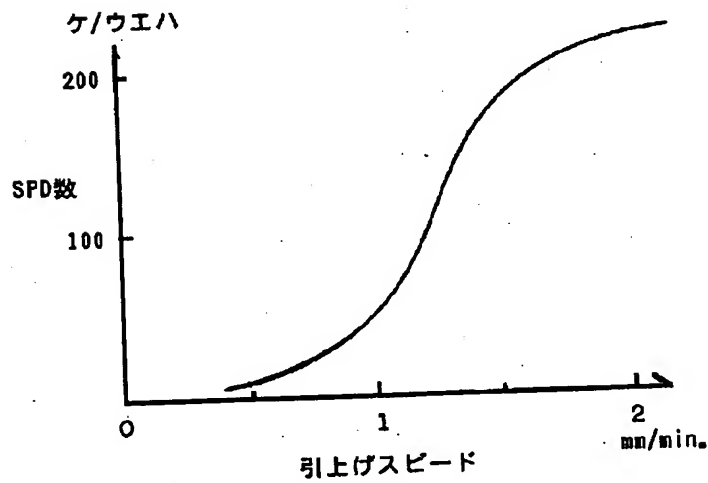
【図1】



【図2】



【図3】



【手続補正書】

【提出日】平成4年3月27日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】シリコンウエハの処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】酸素濃度  $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cc、炭

素濃度  $1 \times 10^{18}$  atoms/cc以下の未熱処理の半導体シリコンウエハを酸化雰囲気中で  $1000^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$  の温度で0.5～5時間熱処理することを特徴とするシリコンウエハの処理方法。

【請求項2】酸素濃度  $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cc、炭素濃度  $1 \times 10^{18}$  atoms/cc以下の未熱処理の半導体シリコンウエハを不活性雰囲気中で  $1000^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$  の温度で0.5～5時間熱処理することを特徴とするシリコンウエハの処理方法。

【請求項3】酸素濃度  $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cc、炭

素濃度  $1 \times 10^{16}$  atoms/cc以下の未熱処理の半導体シリコンウエハを酸化雰囲気中で  $1000^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$  の温度で 0.5～5時間熱処理した後、主表面を研磨することを特徴とするシリコンウエハの処理方法。

【請求項4】酸素濃度  $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cc、炭素濃度  $1 \times 10^{16}$  atoms/cc以下の未熱処理の半導体シリコンウエハを不活性雰囲気中で  $1000^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$  の温度で 0.5～5時間熱処理した後、主表面を研磨することを特徴とするシリコンウエハの処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体製造に用いられる半導体シリコンウエハ中の欠陥、とくにSPD (Surface Particle and Defect) と称される、ウエハ表面の欠陥及び汚損を低減させるためのウエハ処理技術に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスの製造に当り、その特性の簡易的評価方法として、MOSダイオードを作成し、酸化膜耐圧を測定するものが従来から採用されている。図2に示したように、この酸化膜耐圧による不良率とSPDとの関係が最近明らかになってきた。

【0003】すなわち、SPDが増加する程、酸化膜耐圧不良が増加する。これは、デバイス歩留りでも確認されており、SPDが増加する程、デバイス歩留りも同様に悪くなる。一方、このSPDは図3に示すように結晶成長条件の一つである引上げ速度とも相関関係があることが分かっている。すなわち、引上げ速度を速くして引上げた単結晶から得られたウエハ程、SPDは多くなる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】したがって、SPDを減少させる手取りばい手段としては、単結晶製造の際に、引上げ速度を遅くしてやれば良いことになるが、当然これでは生産性が低下することにもなるし、その他の物性、たとえば酸素誘起欠陥や酸素析出能等に影響を与える。

【0005】本発明は引上げ速度を上げて育成した単結晶より得たウエハであっても、SPDを減少させることのできる新たな技術を提供するものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】すなわち、第一の発明においては、酸素濃度  $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cc、炭素濃度  $1 \times 10^{16}$  atoms/cc以下の未熱処理の半導体シリコンウエハを酸化雰囲気中で  $1000^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$  の温度で 0.5～5時間熱処理するものである。

【0007】第二の発明は、酸素濃度  $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cc、炭素濃度  $1 \times 10^{16}$  atoms/cc以下の未熱処理の半導体シリコンウエハを不活性雰囲気中で  $1000^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$  の温度で 0.5～5時間熱処理する。

【0008】第三の発明は、酸素濃度  $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cc、炭素濃度  $1 \times 10^{16}$  atoms/cc以下の未熱処理

の半導体シリコンウエハを酸化雰囲気中で  $1000^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$  の温度で 0.5～5時間熱処理した後、主表面を研磨する。

【0009】第四の発明は、酸素濃度  $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cc、炭素濃度  $1 \times 10^{16}$  atoms/cc以下の未熱処理の半導体シリコンウエハを不活性雰囲気中で  $1000^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$  の温度で 0.5～5時間熱処理した後、主表面を研磨する。

【0010】

【作用】SPDは、単結晶育成中の結晶降温過程において形成されるある種の欠陥ではないかと考えられるが、現在のところ未だ明確なことは分かっていない。しかし、酸素濃度  $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cc、炭素濃度  $1 \times 10^{16}$  atoms/cc以下のシリコンウエハならば、本発明のように  $1000^{\circ}\text{C}$  以上の温度処理によりこれらが溶態化するのではないかと考えらる。

【0011】

【実施例1】チョクラスキー法により製造したシリコン単結晶から得た、導電型N型、結晶軸(100)、抵抗率  $5 \sim 10 \Omega\text{-cm}$ 、酸素濃度  $15 \times 10^{17}$  atoms/cc (常温FTIR法による)、炭素濃度  $1 \times 10^{16}$  atoms/cc (常温FTIR法による検出限界) 以下の、直径5"のウエハ25枚を酸化雰囲気中、 $1200^{\circ}\text{C}$  の温度で、2時間の熱処理をした。

【0012】条件の詳細は、下記のとおりである。

酸素ガス流量: 6 Liter/分

熱処理炉へのウエハの入出速度: 12 cm/分

昇温速度:  $8^{\circ}\text{C}/\text{分}$

降温速度:  $3^{\circ}\text{C}/\text{分}$

$1200^{\circ}\text{C}$  での保持時間: 2時間

【0013】さらに同一の物性を有するシリコン単結晶から得られたウエハ25枚ずつを、 $1100^{\circ}\text{C}$  及び  $1000^{\circ}\text{C}$  でも熱処理を施した。

【0014】

【参考例1】チョクラスキー法により製造したシリコン単結晶から得た、導電型N型、結晶軸(100)、抵抗率  $5 \sim 10 \Omega\text{-cm}$ 、酸素濃度  $15 \times 10^{17}$  atoms/cc、炭素濃度  $1 \times 10^{16}$  atoms/cc (常温FTIR法による検出限界) 以下の、直径5"のウエハ25枚を酸化雰囲気中、 $900^{\circ}\text{C}$  の温度で、2時間の熱処理をした。

【0015】条件の詳細は、下記のとおりである。

酸素ガス流量: 6 Liter/分

熱処理炉へのウエハの入出速度: 12 cm/分

昇温速度:  $8^{\circ}\text{C}/\text{分}$

降温速度:  $3^{\circ}\text{C}/\text{分}$

$900^{\circ}\text{C}$  での保持時間: 2時間

【0016】さらに同一の物性を有するウエハ25枚ずつを、 $800^{\circ}\text{C}$  及び  $700^{\circ}\text{C}$  でも熱処理を施した。

【0017】上記実施例1及び参考例2で得られたウエハのSPD数の平均値を、処理温度毎でプロットしたのが図1である。これよりかわるように、 $1000^{\circ}\text{C}$  以上の熱

処理によりウエハ中のSPD数は、激減している。

【0018】

【実施例2】チョクラスキー法により製造したシリコン単結晶から得た、導電型P型、結晶軸(100)、抵抗率 $6 \sim 10 \Omega \cdot \text{cm}$ 、酸素濃度 $15 \times 10^{17} \text{ atoms/cc}$ 、炭素濃度 $1 \times 10^{16} \text{ atoms/cc}$ 以下のウエハ25枚の酸化膜耐圧を測定したところ、不良率60%であり、SPDは平均300ヶ/ウエハであった。これに不活性雰囲気中で $1000^\circ\text{C}$ 、4時間の熱処理を施したところ、SPDは平均10ヶ/ウエハ以下減少し、酸化膜耐圧不良は5%となった。

【0019】

【実施例3】チョクラスキー法により製造したシリコン単結晶から得た、導電型P型、結晶軸(100)、抵抗率 $1 \sim 2 \Omega \cdot \text{cm}$ 、酸素濃度 $18 \times 10^{17} \text{ atoms/cc}$ 、炭素濃度 $1 \times 10^{16} \text{ atoms/cc}$ 以下のウエハ25枚を、C-MOSデバイス形成工程を通過させ、酸化膜耐圧試験を行なった。酸化膜耐圧試験では、良品率70%で、ウエハ中のSPDは平均350ヶ/ウエハであった。このウエハを、 $1250^\circ\text{C}$ 、30分、酸化雰囲気中で熱処理したところ良品率は85%に、SPD数は平均10ヶ/ウエハであった。さらに、これらのウエハの主表面を鏡面研磨したところ、SPDは平均10ヶ/ウエハと変化しなかったものの、良品率は90%に向上した。

【0020】なお、実施例1、2においても、熱処理後に鏡面研磨を施しても同様の結果が得られた。

【0021】

\*【発明の効果】酸素濃度 $1 \times 10^{17} \sim 2 \times 10^{18} \text{ atoms/cc}$ 、炭素濃度 $1 \times 10^{16} \text{ atoms/cc}$ 以下の半導体シリコンウエハの場合、酸化性または不活性雰囲気中で $1000^\circ\text{C}$ 以上の熱処理を施す本発明の熱処理方法を用いることにより、酸化膜耐圧を大幅に向上させることができる。またさらに、この熱処理後ウエハの主表面を鏡面研磨することによってさらに歩留りを向上させることができる。したがって、デバイスを形成した場合、生産性を大幅に向上させることができる。

【0022】なお、インゴットより切り出された未熱処理のウエハは、まず最初にサーマルドナー消去のための $650^\circ\text{C}$ 程度の熱処理を施されたるのが通常であるが、本発明の熱処理は、サーマルドナー消去作用も併せもつて、必要はない。

【図面の簡単な説明】

【図1】熱処理温度とシリコンウエハ中のSPDの関係を示す図。

【図2】酸化膜耐圧不良率とSPDの関係を示す図。

【図3】チョクラスキー法による単結晶引上げ速度と結晶中のSPD数の関係を示す図。

【符号の説明】

【手続補正2】

【補正対象書類名】図面

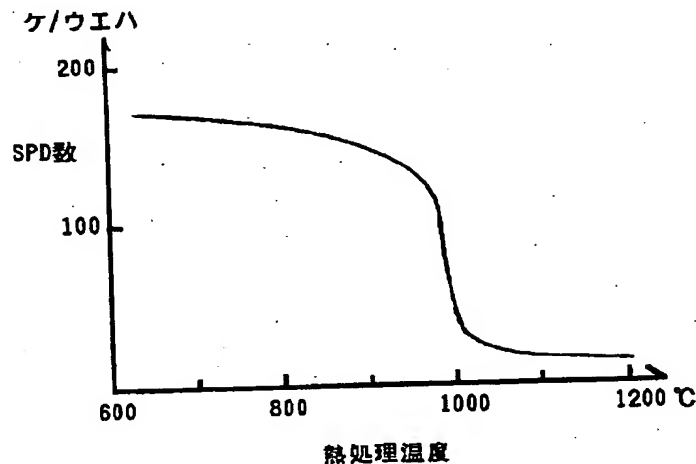
【補正対象項目名】全図

【補正方法】変更

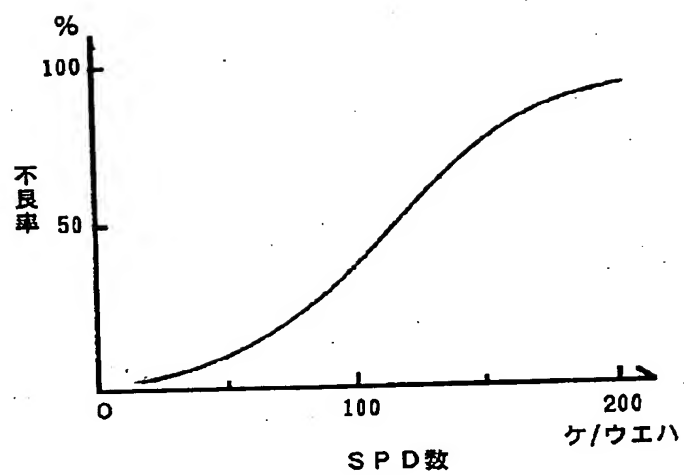
【補正内容】

\*

【図1】



【図2】



【図3】

